

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Компьютерные технологии в системах фотоники**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сапронов М.В.
	Идентификатор	Rd33df1e8-SapronovMV-9c31c84d

М.В.
Сапронов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.
Скорнякова

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.
Скорнякова

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ИД-1 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники (Тестирование)

2. Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники (Контрольная работа)

3. Численные методы в задачах фотоники (Контрольная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники					
Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA)		+			
Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах					
Распространение оптического излучения в фотонном тракте			+		
Основы работы с программным комплексом OptiFDTD			+		
Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники					
Гауссов пучок.				+	

Матричный метод расчета распространения гауссового пучка в оптической системе.			+	
Численные методы в задачах фотоники				
Применение численных методов для поиска параметров гауссового пучка, преобразованного оптической системой.				+
Вес КМ:	15	25	30	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-4	ИД-1 _{ОПК-4} Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	Знать: Принципы создания структурных и конструктивно-компоновочных схем систем фотоники с использованием современных систем проектирования. (КМ-2) Принципы рационального построения алгоритмов, направленных на решение задач фотоники, с учетом особенностей и специфики каждой конкретной задачи. (КМ-1) Уметь: Применять численные методы для расчета систем фотоники. (КМ-4) Применять технологии компьютерного моделирования и методы расчета систем фотоники для решения практических	Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники (Тестирование) Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах (Тестирование) Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники (Контрольная работа) Численные методы в задачах фотоники (Контрольная работа)

		задач. (КМ-3)	
--	--	---------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 1 заданием. На весь тест отводится 30 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

Краткое содержание задания:

Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из дифракционных максимумов соответствует угол дифракции 35 градусов, а наибольший порядок спектра равен пяти.
Изобразите блок-схему алгоритма решения задачи.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Принципы рационального построения алгоритмов, направленных на решение задач фотоники, с учетом особенностей и специфики каждой конкретной задачи. (КМ-1)	1.Перечислите базовые алгоритмические структуры. 2.Сформулируйте принципы построения алгоритмов. 3.Чего стоит избегать при использовании циклических алгоритмических структур?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения задания, получен верный конечный результат.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если получен верный конечный результат.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен путь решения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание не решено, либо решено неверно, с некорректным конечным результатом.

КМ-2. Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 3 заданиями. Студенту нужно решить эти задания с применением компьютерных технологий. На весь тест отводится не более 90 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

Краткое содержание задания:

Необходимо получить амплитудное и фазовое распределение поля оптического излучения при его распространении через кольцевой волновод в САПР OptiFDTD.

1. Создайте модель диэлектрического кольцевого волновода с прямоугольным профилем показателя преломления n . Волновод находится в воздухе и должен быть расположен параллельно плоскости xOz . Прочие параметры волновода приведены в таблице 2 в соответствии с вариантом (вариант соответствует порядковому номер студента в списке группы).
2. Создайте модель падающего на волновод импульса лазерного излучения. Считайте, что излучение распространяется вдоль оси Oz . Прочие параметры падающего излучения приведены в таблице 3 в соответствии с вариантом.
3. Проведите расчет дифракционного поля, сохраните графики пространственного распределения компонент амплитуды электрической напряженности E_x и/или E_y и фазы по расчетной сетке. Размеры расчетной области должны превышать диаметр кольцевого волновода не менее, чем в 2 раза.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Принципы создания структурных и конструктивно-компоновочных схем систем фотоники с использованием современных систем проектирования. (КМ-2)	1. В чем заключаются основные особенности метода конечных разностей во временной области (FDTD) для численного решения уравнений Максвелла? 2. Перечислите основные приложения программного комплекса "OptiFDTD". 3. Что такое профиль волновода?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задания не решены, либо решены неверно, с некорректным конечным результатом.

КМ-3. Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 2 заданиями. Студенту нужно решить эти задания с применением компьютерных технологий. На всю контрольную работу отводится не более 90 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

Краткое содержание задания:

Оптическая система состоит из двух собирающих линз.

Радиусы кривизны первой и второй преломляющих поверхностей первой линзы равны 200 мм и -600 мм соответственно, толщина – 10 мм, показатель преломления – 1,63.

Фокусное расстояние второй линзы равно 20 см, ее толщиной можно пренебречь. Первая линза расположена на расстоянии 20 см от выходного зеркала лазера.

Источником излучения служит Nd:YAG лазер с удвоителем частоты (радиус перетяжки пучка 0,75 мм; длина волны 0,532 мкм, перетяжка расположена на выходном зеркале лазера).

1. Определить зависимость радиуса перетяжки прошедшего пучка от расстояния между линзами, и построить ее график.

2. Определить зависимость расстояния между второй линзой и перетяжкой прошедшего пучка от расстояния между линзами, и построить ее график.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять технологии компьютерного моделирования и методы расчета систем фотоники для решения практических задач. (КМ-3)	1. Как найти матрицу сложной оптической системы? 2. Что такое комплексный параметр гауссова пучка? 3. Сформулируйте закон ABCD для расчета параметров гауссова пучка, преобразованного оптической системой.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

КМ-4. Численные методы в задачах фотоники

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 2 заданиями. Студенту нужно решить эти задания с применением компьютерных технологий. На весь тест отводится не более 90 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

Краткое содержание задания:

Оптическая система состоит из двух собирающих линз.

Фокусные расстояния первой и второй линз равны 10 см и 30 см соответственно. Первая линза расположена на расстоянии 10 см от выходного зеркала лазера.

Источником излучения служит одномодовый He-Ne лазер (радиус перетяжки пучка 0,4 мм; длина волны 0,6328 мкм, интенсивность на оси пучка в перетяжке равна 4 Вт/м², перетяжка расположена на выходном зеркале лазера).

1. Определите зависимость радиуса перетяжки преобразованного пучка от расстояния между линзами и постройте ее график. Найдите расстояние между линзами, при котором радиус перетяжки пучка будет максимальным, используя численный метод Фибоначчи.

2. Линзы установили на расстоянии 20 см друг от друга, а на расстоянии 50 см за второй линзой был установлен фотоприемник с круглой входной диафрагмой (чувствительность $S = 2$ мА/Вт). Определите зависимость фототока от радиуса входной диафрагмы приемника, используя квадратурную формулу Симпсона для поиска мощности излучения. Постройте график найденной зависимости.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять численные методы для расчета систем фотоники. (КМ-4)	1. Сформулируйте принцип расчета параметров гауссова пучка, преобразованного оптической системой, с помощью матричного метода? 2. Какие методы численного решения задачи одномерной минимизации функции Вам известны? В чем они заключаются? 3. Какие методы численного интегрирования Вам известны? В чем они заключаются?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 2 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, однако, конечный результат не получен в явном виде.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задания не решены, либо решены неверно, с некорректным конечным результатом.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Основы работы с программным комплексом OptiFDTD. Расчет амплитудно-фазового распределения поля электромагнитной волны.
2. Перетяжка гауссова пучка ($w_0 = 0,5$ мм) расположена на выходном зеркале лазера ($\lambda = 632,8$ нм). Постройте график зависимости радиуса гауссова пучка от продольной координаты $w(z)$. Используя метод бисекций, определите расстояние от выходного зеркала лазера до точки на оси пучка, в которой его радиус превышает радиус перетяжки в 2 раза, с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ м.
3. В редакторе MS Excel создайте форму VBA с полями ввода показателей преломления двух сред n_1 и n_2 и кнопкой «Расчет», при нажатии на которую появляются значения углов Брюстера и полного внутреннего отражения (ПВО) в градусах. Если критического угла ПВО не существует, то должно появиться сообщение об этом.

Процедура проведения

Зачет проводится в смешанной форме, теоретическая часть билета выполняется письменно, задачи практической части выполняются с применением компьютера. Студенту выдается билет с 1 теоретическим заданием и 2 задачами. Время проведения зачета - 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1опк-4 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA). Типы данных, операторы, выражения, функции и процедуры в VBA.
2. Синтаксические конструкции в языке VBA для реализации базовых алгоритмических структур.
3. Технология создания программы VBA.
4. Интерактивные формы и обработчики событий в VBA.
5. Алгоритм численного решения уравнений Максвелла, записанных в дифференциальной форме, методом конечных разностей во временной области (FDTD).
6. Основы работы с программным комплексом проектирования и моделирования фотонных компонент квантовой электроники OptiFDTD.
7. Гауссов пучок. Основные параметры.
8. Матричное описание оптических элементов и оптических систем. Матрицы простейших оптических элементов. Матрица сложной оптической системы.
9. Распространение гауссова пучка через оптическую систему. Закон ABCD.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чем заключается функциональное назначение САПР OptiFDTD?

Ответы:

- а) Проектирование и расчет оптических систем
- б) Расчёт распространения поля в субмикронных оптических элементах путем численного решения уравнений Максвелла
- в) Планирование экспериментальных исследований
- г) Обработка цифровых изображений

Верный ответ: б)

2. Какие существуют типы данных в VBA?

Ответы:

- а) data
- в) double
- г) zero
- д) short

Верный ответ: в)

3. Что представляет собой макрос в MS Excel?

Ответы:

- а) объект для хранения числовых или строковых данных
- б) записанный набор команд, который может быть автоматически применен к различным объектам
- в) средство ввода данных в таблицу
- г) конвертор таблиц различных форматов в формат MS Excel

Верный ответ: б)

4. Что такое гауссов пучок?

Ответы:

- а) Решение волнового уравнения для открытого двухзеркального оптического резонатора со сферическими зеркалами с круглой апертурой, которое наилучшим образом подходит для описания одномодового лазерного излучения
- б) Электромагнитная волна, дифрагированная на круглом отверстии
- в) Пучок света, формируемый телескопической оптической системой в дальней зоне
- г) Электромагнитная волна, в которой поперечное распределение интенсивности описывается функцией Бесселя 1-ого рода

Верный ответ: а)

5. Что такое перетяжка гауссова пучка?

Ответы:

- а) Область гауссова пучка, в которой он с высокой степенью точности аппроксимируется моделью сферической волны
- б) Продольное сечение гауссова пучка, содержащее его ось
- в) Наиболее узкое место каустической поверхности гауссова пучка
- г) Наиболее широкое место каустической поверхности гауссова пучка

Верный ответ: в)

6. Действительная часть комплексного параметра гауссова пучка это

Ответы:

- а) расстояние от оси пучка до точки, в которой интенсивность уменьшается в 2 раза по отношению к максимальной интенсивности в пучке
- б) расстояние между перетяжкой и точкой на оси пучка, в которой радиус кривизны волнового фронта наименьший
- в) радиус перетяжки гауссова пучка
- г) расстояние, отсчитываемое от перетяжки до соответствующей опорной плоскости

Верный ответ: г)

7. Метод бисекций численного решения нелинейных уравнений характерен тем, что

Ответы:

- а) на каждом шаге решения отрезок локализации корня сокращается в 2 раза

- б) на каждом шаге решения необходимо проводить поиск производной функции
- в) подходит для поиска кратных корней уравнения
- г) позволяет найти все корни, если на отрезке локализации их больше одного

Верный ответ: а)

8. Метод золотого сечения необходим позволяет

Ответы:

- а) осуществить численное дифференцирование функции
- б) осуществить численный поиск точки минимума функции
- в) осуществить численное решение нелинейного уравнения
- г) осуществить численное интегрирование функции

Верный ответ: б)

9. Численное интегрирование с использованием квадратурной формулы трапеций предполагает аппроксимацию площади под графиком функции на элементарном отрезке площадью

Ответы:

- а) прямоугольника
- б) квадрата
- в) треугольника
- г) трапеции

Верный ответ: г)

10. Численное решение уравнений Максвелла в САПР OptiFDTD осуществляется методом

Ответы:

- а) конечных разностей во временной области
- б) конечных разностей в частотной области
- в) моментов
- г) матрицы линий передач

Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно на вопросы углубленного уровня.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»